

80773

船舶小叢書

船用柴油機的使用和維護

陸行珊編著



人民交通出版社

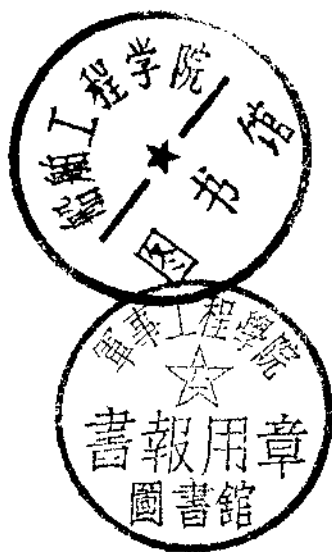
18667

80773

船舶小叢書

船用柴油機的使用和維護

陸行珊編著



人民交通出版社

85802

本書討論一般船用柴油機在使用中所應該注意的問題和可能遇到的故障，爲了使實際工作人員能更好地掌握柴油機的管理和保養知識。

書中首先討論船用柴油機在起動、運轉和停車時的一般性問題，然後就幾個比較重要的零件和機構作了進一步的敘述。

本書適合在船上工作的中級輪機員、機匠、加油工以及工廠中的裝配工閱讀。

書號：6040-滬

船用柴油機的使用和維護

陸行珊編著

人民交通出版社出版

北京安定門外和平里

新華書店發行

上海市印刷公司印刷

編輯人：仇岳希

1955年9月上海第一版 1955年9月上海第一次印刷

開本：787×1092 1/32 印張：23/6張(內插頁1頁)

全書：42000字 印數：1—2600冊

定價(9)：四角四分

上海市書刊出版業營業許可證出字第零零陸號

目 錄

一	船用柴油機的主要類型	1
二	柴油機起動前的準備	5
三	柴油機的起動	9
四	柴油機運轉中的維護	12
五	柴油機的停車	17
六	柴油機起動失靈的原因	17
七	柴油機轉速不穩定的原因	21
八	柴油機主要機構的維護和檢查	23
九	柴油機閥門的定時和調整	26
十	噴油裝置的維護和調整	31
十一	燃油與燃油系統	38
十二	滑油與潤滑系統	42
十三	軸承的檢查和調整	45
十四	調速器的維護與調整	49
十五	示功器的使用和示功圖	51
十六	機艙的安全措施	54

在近代的船舶中，常常採用柴油機作為推進船體和帶動發電機的原動機，它們的型式和大小各不相同，即使同一製造廠家的出品，結構也不一定完全相同。因此，要正確地運用柴油機，必須遵照各廠說明書中的指示，才能使得機器合理地、經濟地運行。現在我們祇是將柴油機一般性的問題提出來討論。

一 船用柴油機的主要類型

在三十多年以前，船上主要是採用四衝程單動式的低速柴油機，因為當時船隻的馬力比較小，機器材料所能忍受的應力也比較低；但是船舶日益迫切地要求馬力大而重量輕的機器。於是二衝程單動式的柴油機的應用逐漸地多起來。四衝程的柴油機為了減輕機器的重量，也由單動式改為雙動式，但是這樣增加了許多製造時和使用時的麻煩，因為氣缸的下部要裝填料函，還要用活塞桿，十字頭和導板等。雖然後來也有二衝程的雙動式柴油機用在船上，但它們並沒有得到很大的發展。繼之而起的倒是增壓的四衝程單動式以及中速和高速的二衝程柴油機。近來大概在4000軸馬力以下的柴油機是以增壓四衝程單動式和掃缸的二衝程單動式柴油機為主，4000軸馬力以上採用二衝程雙動式柴油機。同樣產生4000軸馬力的各種型式柴油機的重量的關係大概如下：

增壓四衝程單動式——每軸馬力約90公斤；

增壓二衝程單動式——每軸馬力約70公斤；

增壓二衝程雙動式——每軸馬力約60公斤。

四衝程柴油機的重量雖然比較大，但它的燃油和潤滑油消耗比較經濟，保養費用也低。二衝程柴油機的燃油消耗率大概要比四衝程的大5~8%。

爲了以後敘述方便起見，先讓我們看一看柴油機的構造和工作情形。圖1表示四衝程柴油機的一般構造簡圖。活塞向下移動進行吸氣，進氣閥1打開，空氣經管2進入氣缸。這時排氣閥3，噴油閥4和空氣起動閥5都關閉着。在活塞到達下死點後，吸氣衝程完成，進氣閥關閉。活塞上行時，壓縮衝程開始，活塞到上死點時，氣缸內空氣溫度升高到 $450\sim 550^{\circ}\text{C}$ ，壓力達30公斤/平方公分以上。這時噴油閥4開啓，由噴油泵6來的燃油被

噴射空氣櫃7來的壓縮空氣以高速度噴入氣缸。油滴穿過溫度很高的空氣乃霧化並發生燃燒，燃燒後氣體溫度達到 1500°C ，壓力達60公斤/平方公分以上。由於高壓氣體的膨脹，活塞開始第三個衝程，即動力衝程。噴射的時間很短，祇佔動力衝程的一小部分。在第四衝程中，排氣閥3打開，作功後的廢氣經排氣管8排到大氣中，以後又開始吸氣衝程。這樣機器每兩轉有一個動力衝程。燃油由油櫃9送到噴油泵。噴射的

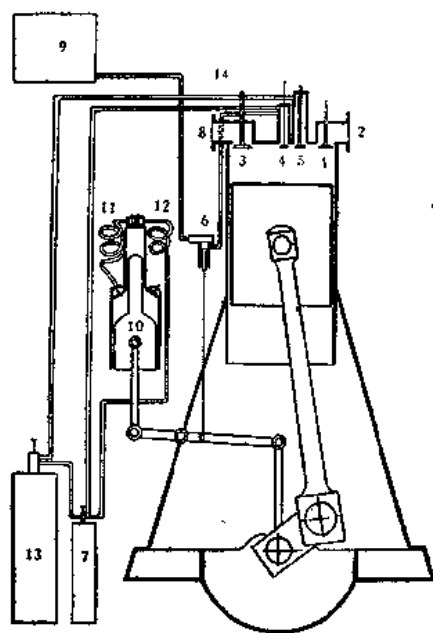


圖 1

高壓空氣由主機帶動的空氣壓縮機 10 產生。11 和 12 爲冷却器。在 1934 年以後，由於材料和製造方法的改進。已經可以不必用壓縮空氣來噴射燃油，且壓氣機消耗了相當大的功率，所以現在差不多已完全採用機械噴射。中型和大型柴油機大都用壓縮空氣起動。貯於起動空氣機中的高壓空氣，經管 14 和起動閥 5 進入氣缸。閥門的開關由凸輪操縱，凸輪軸由曲軸通過鏈條或齒輪來帶動。

圖 2 表示一部二衝程柴油機的結構簡圖，它的大部分附件與四衝程機相同，但氣缸頭上祇有進氣閥 1，空氣由掃缸泵 2 送入，排氣閥改用氣缸中部的氣孔來代替。亦有在氣缸中部進氣，而排氣閥裝在氣缸蓋上的。另外還有進氣、排氣都利用氣缸中部

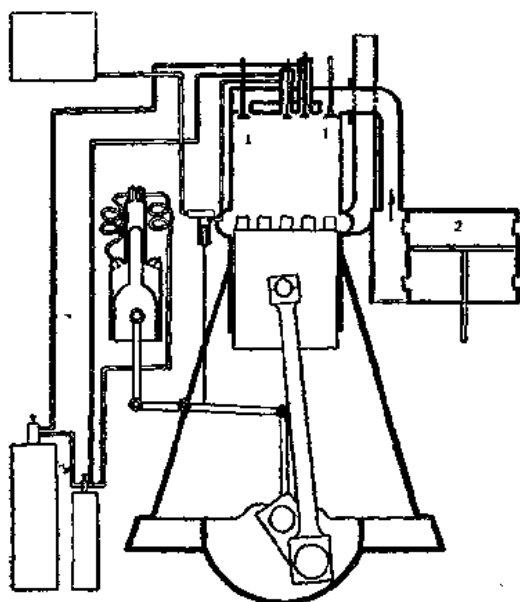


圖 2

的氣孔，這樣氣缸頭上祇有噴油閥和起動閥（圖 3），使它的結構簡單了，但是氣缸內的換氣不夠完善。

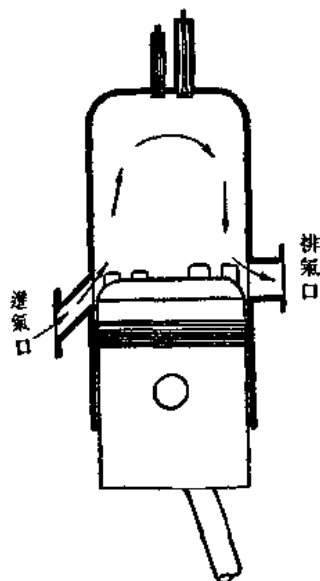


圖 3

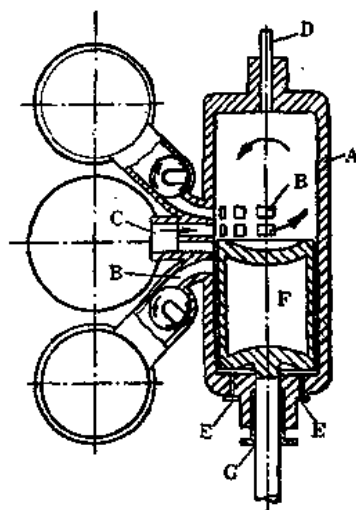


圖 4

圖 4 是一部二衝程雙動式柴油機的氣缸，氣缸 A 中部的外側有上下兩排排氣孔 B，中間有兩排進氣孔 C，活塞 F 的上部燃燒室中有一噴油閥 D，下部燃燒室中有兩個噴油閥 E，使燃油噴在活塞桿的四周，活塞桿穿過氣缸處有填料函 G，它承受很高的壓力和溫度，製造和維護都比較困難。因此有另外一種對置活塞式的柴油機出現（圖 5），它的氣缸 A 很長，兩端敞開，中間有兩個對置的活塞 B 和 C，下活塞跟平常一樣連到曲柄軸上，上活塞經過橫臂 D 和連桿 E 接到曲柄 F 上。氣缸上端有排氣孔 G、下端有進氣孔 H，中部有噴油閥。當兩活塞相對移近

時，空氣被壓縮。噴入兩活塞中間的燃油着火後，將兩活塞相反地向兩端推開。在動力衝程將結束時，上氣孔先露開，廢氣排出，然後下氣口露開，掃缸空氣乃進入氣缸內並驅出剩餘的廢氣。這種二衝程柴油機在結構上講是單動式，但卻發生了雙動的作用，沒有填料函和受高溫的活塞桿。它的缺點是曲柄軸的結構比較複雜。

從上面我們可以看到柴油機的結構型式是很多的，而在船舶上都可以遇到。要詳細地討論每一種型式機器的使用和保養工作是不可能的。以後我們主要是討論單動式的四衝程機和二衝程機，用機械方法噴射燃油，用壓縮空氣起動，因為它應用得比較普遍。

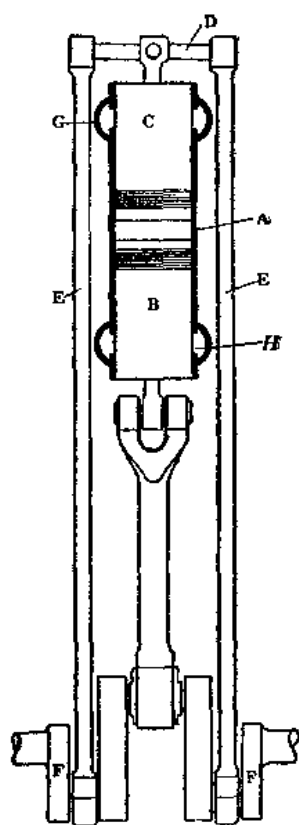


圖 5

二 柴油機起動前的準備

油櫃 在船舶要離港前，必須檢查燃油的貯存量是否足夠（儲油量應該比全航次實際所需要的量增加 20%），日用油櫃必須充滿，並且將沉澱的水分和污穢放出。油櫃與機器間的粗濾器和細濾器必須在碇泊期中清洗過，否則燃油在通過濾器時會受到很大的阻力，尤其在停車後，機艙溫度較低，燃油也比較黏，這樣可能使機器發動困難或者在發動不久後就停掉。機艙溫度低於 5°C 時，應該先用暖汽預熱機艙，

假如沒有機艙暖汽設備，就預熱日用油櫃，同時放出油管中的冷油。

沉澱櫃應該隔一個時期後就清洗一次，去除沉積在櫃底的油垢雜質（陳油）。如果陳油堆積太多，在船波動時，則可能會帶一部分細小雜質到噴油系統中去，或者引起機器運行不正常，或者使閥門活塞環等很快磨損。

閥門機構 如果氣缸蓋上的閥門機構曾經換新、修理或拆過，那麼搖臂滾子與凸輪圓柱部分間的間隙（閥隙）必須檢查並加以適當的調整。調整時用撬桿頂動閥門，檢查是否能毫無障礙地開足和正確地歸座。起動閥也應該同樣地檢查。氣缸蓋上如果裝有示功器考克，應該關好，以免起動空氣洩漏。如果機器已經很久沒有使用，還應該盤車檢查各閥門開啓和關閉時刻是否正確。

在全部閥門檢查結束後，還應仔細地查看氣缸頭上有無工具等遺落在上面以及容易掉落的零件，然後將閥門機構的活動部分加些滑油。

冷却系統 中型和大型機器常採用循環的水或滑油來冷却活塞，這時根據需要開啓和關閉管路中某些閥，然後開動備用的活塞冷却泵，趕出管路中的空氣。待到達正常工作壓力後，調節進入各氣缸活塞中的冷却水量或油量。有些輪機員在機器起動時，將活塞冷却器旁通，以便很快地提高冷却水的溫度，使活塞不致受到相差很大的熱應力。但是因為船舶離港時，機艙人員工作較忙，往往忘掉開通冷却器的進出閥，結果造成事故。因此建議祇有在水溫特別低時才需要這樣做。假如用滑油來冷却活塞時，循環的油量不要過多或過少，過多會使油櫃在停車時溢出，過少則使冷却泵供油不正常。活塞冷却系統中如果裝有伸縮套管或活動接頭，應該注意不能有洩漏。

氣缸冷卻系統中的進出閥門根據需要開啓和關閉後，開動備用的水套冷卻泵，驅出水套中的空氣。從冷卻水的出口通常可以看出空氣有無驅盡。如果出水斷續，而不是穩定流動時，可以將出水閥關小些，以增加水泵的壓力來驅除空氣。各氣缸的進水閥應該開足，水量的大小用出水閥來調節。機器起動時，出水閥可以開得小些，根據出水所許可的溫度來調節水量。如果空氣沒有驅盡，可能會引起氣缸局部過熱。

在冷天起動時，最好將氣缸預熱，這樣使起動容易些，這可利用柴油發電機排出的冷卻水或用蒸汽加熱閉式冷卻系統中的淡水來加熱氣缸。有些柴油機也裝有如進氣電熱器等幫助起動的裝置。

潤滑系統 備用潤滑油泵在起動前也應開動，使滑油流過各軸承和氣缸壁，帶走各處的雜質，並且使接觸面不致發生乾摩擦。滑油清濾器的前後都應該備有壓力表，這樣可以很容易地看出濾油器的阻塞情形。滑油太冷或太黏常使滑油泵不能吸入，如果吸油管的接頭有少許漏氣，也常使油泵不能吸入。曲柄箱中的滑油應該加得稍多些。如油量很少，滑油在曲柄箱中停留的時間較短，雜質不容易分離出來；油氣產生得較多，容易被氧化，需要常常更換。滑油泵應備有兩個吸入口，平時用較高的一個；祇有在抽空油底盤中的滑油時才用低吸入口。

待冷卻系統和滑油系統用備用泵打到正常工作壓力後，打開曲柄箱的手孔蓋，仔細察看各種管路有無洩漏。軸承兩端應該有油流出，同時滑油應該均勻地送到各活塞銷和氣缸壁，最後滴入曲柄箱中。氣缸壁如另外用機械注油器供給滑油，在盤車時用手搖動，使滑油供給量增多一些；起動時和起動後的幾小時內，滑油量應該調節得大些，然後再減到正常油量。對於新換的氣缸套，油量要逐日慢慢地減少。

所有用手加油的油盒，應該充滿清潔的滑油。

燃油系統 在預備起動前，引動噴油泵和噴油嘴是非常重要的，否則常會使起動失靈。打開噴油閥上的放氣閥，用手泵或專門的引動油泵驅出空氣。如果燃油混着氣泡流出，則表示空氣還沒有驅盡。

如果機器已停用很久，應該將各氣缸上的噴油嘴取下，放在專門的試壓架上，檢查燃油霧化的程度如何，並且要盤車檢查噴射的開始和終止時間。這些都會嚴重地影響機器工作的好壞。

控制噴油量大小的操縱桿，不能有鬆弛或卡緊，用手將手柄放在停車位置上時，所有的噴油泵都應該停止供油。

起動系統 起動空氣壓縮機應該很早就把空氣瓶充滿，空氣瓶底部的水要放去，管路中的水也應該放去。起動閥上的安全裝置必須檢查是否良好，萬一起動閥黏住閥座時不致在管路中引起過高的壓力。氣缸上的洩壓裝置是很重要的。在機器改變旋轉方向時，扳動換向手柄到中間位置時，洩壓閥被打開；手柄在順車和倒車的位置時，此閥應該關閉；倘若調整得不好，可能損壞閥門機構或不能起動。氣缸上的自動起動閥和分配閥也應該檢查一下，有無黏住。起動機構的摩擦部分應該加些滑油，扳動時須很靈活，然後將起動手柄放在停車位置，這時起動空氣止氣閥還沒有打開。

如果機器本身帶動空氣壓縮機，因為它的氣缸餘隙比較小，而且可能有積水，所以必須將疏水閥打開，同時也可減小起動時所需的轉矩，氣缸壁的滑油量也要增加。

機器上的調速器，應該遵照說明書加潤滑油，並且檢查傳動機構是否靈活。

機器上的各種壓力表和溫度計應該檢查一遍是否正常工作。

同時也應該檢查軸系中的各軸承潤滑油是否充足。

待所有準備工作完畢後，用盤車機構轉動曲柄軸一、二轉，注意有無障礙。盤車後必須將盤車機構脫開。

然後開啓起動空氣止氣閥，使壓縮空氣通到自動起動閥旁，機器附近人員應該站開些，在得到駕駛台表示艙部無障礙後，即可起動機器。

如果機器與軸系間有聯軸器連接，起動時須要將它們分開。

起動準備時間的長短，需根據機器設備型式而定。如果機器是經常使用，則約須一二小時，如已長久不用，準備工作應該更加仔細和充分。

三 柴油機的起動

船上柴油機主機大都是用壓縮空氣起動。起動空氣經過氣缸頭上機動或風動的起動閥進入氣缸，利用空氣的壓力作動來代替動力衝程，推動活塞使曲柄軸旋轉，而使另一氣缸的空氣被壓縮達到很高的溫度，這樣就可以使噴入的燃油着火。近代機器需要的起動時間很短，約5秒鐘就可以，所以消耗的起動空氣並不多。但是在船舶進出港口時，停車和換向的次數是很多的，壓縮空氣櫃的容量應該足夠大，如果起動空氣的壓力比較高（有時達到60公斤/平方公分，通常為20~30公斤/平方公分），櫃的容量可以用得比較小些。起動機器的空氣壓力有時可以低到10公斤/平方公分，因為起動空氣作用在活塞上的時間要佔動力衝程的大部分，而在壓縮衝程中，祇是在活塞快近上死點時，才達到35公斤/平方公分的壓力，這利用活塞的動能和飛輪的慣性是可以達到的。每個氣缸的起動空氣閥開啓的時間根據氣缸的數目和四衝程或是二衝程來決定。船用柴油機主機，應該在任何曲柄位置上都能起動，如果氣缸數目在5個以上，則就不成問題，否則

起動前要先盤車。起動閥在過上死點後開啓，延續的時間對於二衝程機來說，應該大於曲柄間的夾角 $10\sim 20^\circ$ ，而四衝程機應該是曲柄間夾角的兩倍加 $10\sim 20^\circ$ 。調整閥門時，必須使起動閥在排氣閥或排氣孔開啓前就關好，否則起動空氣會漏到排氣管去。起動最有利的角度是曲柄過上死點後 45° 附近。起動空氣壓力過低，使機器不能達到一定的轉速，因此被壓縮的空氣壓力和溫度都比較低，不能使燃油着火。

由凸輪操縱的起動閥，開啓和關閉都比較慢，所以近來常採用氣動式的起動閥。作用起動閥的壓縮空氣由起動空氣分配閥來控制。

圖 6 表示這種起動裝置簡圖。起動空氣由管 1 進入管 3 到導閥 4。圖 6—I 中，手輪放在“停車”位置上，導閥使管 6 與管 3 接通，起動空氣引到自動起動閥 8 的活塞上，使自動起動閥壓緊在上閥座上。這時，即使止氣閥打開，起動空氣也不能由管 7 進入管 10；管 10 與大氣 9 相通，所以氣缸頭上的起動閥 12 和 14 中沒有起動空氣；分配閥 17 和 18 也沒有受到起動空氣的作用，由於彈簧的張力使它們離開凸輪 19 的表面。起動閥的活塞上都這時也與大氣相通，因此是在關閉位置。凸輪軸 21 上裝有兩個凸輪 19 和 20，一個是順車時用，一個是倒車用。

如果把手輪扳到“起動”位置，導閥 4 就被向上頂，使管 6 與管 3 切斷而與大氣相通（圖 6—II）。這樣自動起動閥的活塞上就沒有壓力，等候着的起動空氣就使閥 8 向上頂，使管 10 與 9 切斷，而與 7 相通。於是起動空氣就進入各氣缸頭上的起動閥去，同時也進入分配閥去，使分配閥都壓緊在凸輪表面上。如果這時任何一氣缸的分配閥剛巧是處在凸輪凹下去的部分，分配閥就使管 15 與大氣隔斷而與管 22 接通。於是高壓的空氣就壓在起動閥的活塞上，使起動閥打開，起動空氣就進入氣缸，使機器得

到迴轉。曲軸轉動後，凸輪軸也跟着迴轉，於是另一氣缸的分配閥就使高壓空氣進入另一起動閥的活塞上，打開起動閥使曲軸繼續迴轉，而前一個已工作過的分配閥被凸輪頂起，使起動閥活塞上的高壓空氣通到大氣中，起動閥就關住，這樣機器就可以連續地迴轉。

船用柴油機的起動機構與倒順車機構間有連鎖裝置，最簡單的連鎖裝置像圖 7 所示。起動手輪的軸上套着切去一角的圓盤 A，倒順車手輪的軸上套着兩邊切去的圓盤 B。祇有當圓盤 B 放在圖上的那個位置時，手輪 A 才能轉動。也就是倒順車手輪必須放在“順車”或“倒車”的位置上才能起動。相反地，在機器換向以前，必須先把起動手輪放到“停車”位置。這種連鎖裝置，可以防止萬一操作疏忽時，不致使機構損壞。

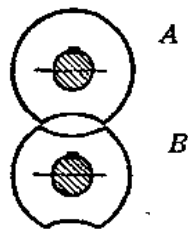


圖 7

如果是雙螺旋槳的機器，最好將一部機器的倒順車手輪放“順車”，而另一部放在“倒車”位置上起動，這樣可以減少纜繩上所受的張力。將起動手輪扳到“起動”位置，壓縮空氣就通過開着的某一個分配閥來推開氣缸上的起動閥，起動空氣進入氣缸，推動活塞使機器轉動。等機器達到足夠的轉速後（根據轉速計），即將手輪移到“運轉”位置，分配閥就離開凸輪，起動閥失去作用，噴進氣缸的燃油就能着火。通常從起動到運轉，所需的時間不過幾秒鐘。

當機器須要換向時，將起動手輪放到“停車”位置後，再將倒順車手輪換向，所有閥門將改由另一套凸輪來推動，有些機器的起動和換向是用同一個手輪操縱的。

起動閥常可能由於潤滑不良，而膠住在開啓位置上。如果起動空氣歧管中有油脂存在，那末氣缸內的火焰回火時，可能引

起壓力的急劇升高而發生事故，所以在起動空氣歧管上裝有安全閥、保險膜等安全裝置。

起動時因為氣缸比較冷，所噴入的油量需要多些，手輪放在相當於全載荷時的噴油位置。但是在機器發動後，應該將油量減少，使機器維持空車運轉，漸漸地使機器各部加熱。同時仔細檢查各運動零件和各種系統情況是否正常，各壓力表和溫度計讀數是否正常。再將機器以倒車運轉一次，檢查換向是否靈便。一切準備就緒後，以車鐘回復駕駛台，等候命令。

四 柴油機運轉中的維護

當預備進機艙去接班前，在甲板上觀察一下主輔機的排氣情形，船舷冷却水的排出情形，風向和機艙通風筒的位置。

排氣應該是無色或者淡灰色，不能冒黑煙和火星。排氣冒火星可能是由於燃油或滑油過多，在氣缸內不能完全燃燒，也可能是排氣閥洩漏，使燃燒氣體進入排氣管中。

排氣冒黑煙的原因可能是：(1)噴油泵噴射壓力太低；(2)噴油閥漏油；(3)進氣缸的空氣量不足（這是由於掃缸空氣壓力太低，進氣管或清濾器發生阻塞所引起）；(4)排氣閥漏氣或潤滑油太多；(5)噴油孔阻塞，或油孔過大使霧化不良；(6)氣缸壓縮壓力太低；(7)噴油開始時間太遲；(8)燃油噴得太多。總之，黑煙是由於燃油不完全燃燒的原故。

排氣冒藍煙表示進入氣缸內燃燒的潤滑油太多，這常常是由於安裝不正確或磨損太多，或者鼓風機潤滑油加得太多。曲柄箱內油量太多時，也容易使滑油進入活塞上部。

排氣冒白煙表示有水氣存在，這水可能是與燃油一起進入氣缸的，也可能是由水套或排氣管漏入。

在每一氣缸的排氣口上，通常備有檢查用的考克，可以很快地確定到底是那一氣缸有缺陷。從各氣缸的排氣溫度，也能尋找出發生故障的氣缸。

巡查從機艙的上層開始，注意日用油櫃的油量是否充足，油櫃底部的積水和污物應該用疏水攷克放掉。當一個日用油櫃還未完全用盡時，就應該換用另一個充滿的油櫃，這樣可以避免空氣進入油路，使機器停車。油管的接頭處也應該注意不使漏氣。

接着用手檢查各氣缸蓋的溫度和冷却水的出口溫度。如果是用海水直接冷却氣缸，則水套出水溫度不應超過 50°C ，活塞的冷却水出口溫度不能超出 45°C 。如用淡水冷却，出水溫度可以提高到 60°C 。活塞如用滑油冷却，出口溫度也可以到 60°C 。過高的出水溫度要損壞氣缸各部分的橡皮封填圈，而海水會在水套的壁上生垢，阻礙傳熱。但若出水溫度太低，大量的熱帶到海水中去，就會減低柴油機的效率，並且使材料受到額外的熱應力（因冷却水進出的溫度差太大）。各氣缸冷却水的進出溫度應該近於相等，可用手探摸氣缸頭和氣缸的溫度來判斷。調整各氣缸的冷却水調節閥，可以使出水溫度達到要求。如果發覺某一個氣缸過熱，而水套的水量不足或完全是空的時候，應立即將這一氣缸的噴油停止或者停車，讓氣缸慢慢地冷却下來。倘若將很冷的冷却水突然放進很熱的氣缸壁中去，很容易使材料裂開。近代的柴油機上，冷却水和滑油系統都裝有自動控制設備。

同時檢查氣缸頭上閥門開閉情形是否正常。如若凸輪與滾子間的間隙很大，或者閥門膠住在開啓的位置，就可以聽到較響的敲擊聲，因為凸輪的凸起部分敲擊着滾子。滾子應該可以用手撥動，否則在凸輪和滾子間的間隙太小，引起很大的磨損。

氣缸頭上的噴油閥通常是可以個別地使它停止噴油。如果排氣冒黑煙，是由於噴油設備的關係，則可以逐次地將各氣缸的噴